

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. April 2001 (12.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/26412 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04R (74) Anwalt: JUNIUS, Walther; Wolfstrasse 24, 30519 Han-  
nover-Waldheim (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03378 (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. September 2000 (28.09.2000) (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (Veröffentlicht:  
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichnen nach Erhalt des Berichts.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 47 178.9 1. Oktober 1999 (01.10.1999) DE  
199 51 406.2 26. Oktober 1999 (26.10.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FREITAG, Jürgen [DE/DE]; Junkersstrasse 14, 30179 Hannover (DE).

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: KLING, Martin [DE/DE]; Junkersstrasse 14, 30179 Hannover (DE).

(54) Title: MULTIPLE SPEAKER

(54) Bezeichnung: LAUTSPRECHERKOMBINATION

(57) Abstract: The invention relates to a multiple speaker consisting of at least two speakers. A low-pass frequency filter is connected upstream of one of said speakers and a phase shifter in the form of an all-pass filter is connected upstream of the other. The aim of the invention is to provide an arrangement of a multiple speaker of this type which is simple to produce and which has a substantially better frequency response and emission characteristics, with simple means. To this end, at least one phase shifter is connected upstream of the other speaker or speakers, respectively, the phase adjustment of all of the phase shifters being regulated in such a way that they correspond to the phase position of the speakers emitting the lower sounds so that all of the loudspeakers emit the low sounds in the same phase position. The invention is based on the idea that it is possible to use several speakers with preferably the same construction and allow all or at least the majority of these speakers to transmit the low sounds, the speakers that are required to transmit high frequencies in addition to the low frequencies being modified in their phase position in such a way that the low and lower frequencies respectively are emitted in the same phase position. A large speaker surface transmits the low frequencies, a small speaker surface transmits the middle and high frequencies. This produces better transmission results than can be achieved with speakers that are configured specifically for particular frequency ranges in terms of their structural shape. As a result, the invention is technically simple while the improvement in the emission characteristics that is possible is impressive.

WO 01/26412 A2 (57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Lautsprecherkombination, bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern, von denen dem einen ein Tiefpaß-Frequenzfilter, dem anderen ein Phasenschieber in Form eines Allpaßfilters vorgeschaltet ist. Es ist die Aufgabe der Erfindung, mit einfachen Mitteln eine einfach zu realisierende Anordnung einer solchen Lautsprecherkombination zu schaffen, deren Frequenzgang und deren Abstrahlungscharakteristik wesentlich verbessert ist. Die Erfindung besteht darin, daß dem anderen Lautsprecher oder den anderen Lautsprechern (je) mindestens ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, wobei alle Phasenschieber in ihrer Phaseneinstellung auf die Phasenlage der tiefere Töne abstrahlenden Lautsprecher abgestimmt sind, so daß alle Lautsprecher die tiefen Töne in gleicher Phasenlage abstrahlen. Der Grundgedanke ist hierbei: man kann mehrere vornehmlich gleichgebaute Lautsprecher verwenden, alle oder zumindest den überwiegenden Teil der Lautsprecher die tiefen Töne übertragen lassen, wobei die Lautsprecher, die neben den tiefen Frequenzen auch höhere Frequenzen zu übertragen haben, in ihrer Phasenlage so verändert werden, daß die tiefen und die jeweils tieferen Frequenzen in gleicher Phasenlage abgestrahlt werden. Dabei überträgt eine große Lautsprecherfläche die tiefen Frequenzen, eine kleinere die mittleren und hohen Frequenzen. Das ergibt bessere Übertragungsergebnisse als sie sich mit für gesonderte Frequenzbereiche in ihrer Bauform ausgelegten Lautsprechern erzielen lassen. Hierdurch ist der technische Auf-

---

### Lautsprecherkombination

---

Die Erfindung betrifft eine Lautsprecherkombination, bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern, von denen dem einen ein Tiefpaß-Frequenzfilter und dem anderen ein Phasenschieber vorgeschaltet ist.

Eine derartige Lautsprecherkombination ist aus der DE 44 47 269 C1 Fig.2 bekannt geworden. Wie bei solchen Lautsprecherkombinationen üblich werden die in akustische Signale zu wandelnden elektrischen Signale zwei Lautsprechern zugeführt, wobei dem einen Lautsprecher ein Tiefpaßfilter, dem anderen Lautsprecher ein Hochpaßfilter vorgeschaltet ist, so daß mit dem einen Lautsprecher die tiefen, mit dem anderen Lautsprecher die hohen Frequenzen abgestrahlt werden. Da diese Form der Frequenzteilung und Frequenztrennung unbefriedigend ist, hat man zwischen dem Hochpaßfilter und dem Hochtontlautsprecher einen Phasenschieber angeordnet, mit dem die Phasenlage des Hochtontsignales um  $180^\circ$  gedreht wird. Hiermit sollen Rechteckimpulse befriedigend wiedergegeben werden, zur Musik- und Sprachübertragung ist die Übertragungsqualität unbefriedigend.

Für Schallwandler zur Übertragung von Musik und Sprachsignalen bestehen im allgemeinen die Forderungen nach spezifiziertem Schalldruck über weite Frequenzbereiche,

- 2 -

geringe Eigenschwingungen und Resonanzarmut, linearer Kennlinie, einem breiten Übertragungsbereich, geringen Erstellungskosten und für den Einsatz als Beschallungssystem in Veranstaltungsräumen, öffentlichen Gebäuden etc. besteht zusätzlich der Anspruch an eine gleichmäßige frequenzunabhängige Schallbündelung und möglichst einstellbare Abstrahlwinkel für verschiedene Einsatzzwecke bei möglichst geringen Abmessungen. Zwar lassen sich einige dieser Forderungen mit heutigen Wandlern und dem Einsatz zusätzlicher Elektronik mittlerweile erzielen, allerdings ist bisher kein Wandler bekannt, der alle obengenannten Forderungen in befriedigender Weise erfüllt.

Zur Lösung obengenannter Probleme wurden in der Vergangenheit verschiedene Ansätze realisiert:

Für den Konsumerbereich kommen im allgemeinen Systeme zum Einsatz, bei denen das zu übertragende Frequenzband auf mehrere Bänder aufgeteilt und mehreren Membranen unterschiedlicher Größe zugewiesen ist. Große und schwere Membranen übertragen den Tiefotonbereich; kleinere leichtere Membranen die höheren Frequenzbereiche. Aus dieser Konstruktion ergibt sich das Problem unterschiedlicher Bündelungsfaktoren, Phasengänge und Gruppenlaufzeiten der einzelnen Systeme, damit sich ergebende Unstetigkeiten im Abstrahl- und Übertragungsverhalten des Gesamtsystems im Übergangsbereich. Darüber hinaus kommt es durch Interferenzen zwischen den Systemen und außerhalb der Hauptstrahlungssachse zu Unstetigkeiten im Übertragungsmaß.

Da Lautsprecher bekannter Bauarten nicht die Anforde-

rungen an eine hohe Qualität der Sprach- und Klangübertragung erfüllen, hat man vielfältige Versuche unternommen, durch Kombinationen von Lautsprechern verschiedener und gleicher Bauart mit und ohne vorgeschaltete Frequenzfilter die Übertragungsqualität zu verbessern. Bei diesen Konstruktionen ergibt sich ebenfalls das Problem unterschiedlicher Bündelungsfaktoren, Phasengänge und Gruppenlaufzeiten der einzelnen Systeme und damit ergeben sich Unstetigkeiten im Abstrahl- und Übertragungsverhalten des Gesamtsystems im Übergangsbereich. Darüber hinaus kommt es durch Interferenzen zwischen den Systemen außerhalb der Hauptstrahlungsachse zu Unstetigkeiten im Übertragungsmaß.

Die Erfindung vermeidet die Nachteile des Standes der Technik. Es ist die Aufgabe der Erfindung, mit einfachen Mitteln eine einfach zu realisierende Anordnung einer solchen Lautsprecherkombination zu schaffen, deren Frequenzgang und deren Abstrahlungscharakteristik wesentlich verbessert ist.

Die Erfindung besteht darin, daß von den (mindestens) zwei Lautsprechern (mindestens) einer lediglich tiefe Töne, (mindestens) ein anderer tiefe und zumindest Töne mittlerer Frequenz abstrahlt, und daß der oder die Phasenschieber vor den sowohl tiefe als auch zumindest Töne mittlerer Frequenz abstrahlenden Lautsprechern derart eingestellt sind, daß alle Phasenschieber in ihrer Phaseneinstellung auf die Phasenlage des oder der lediglich tiefere Töne abstrahlenden Lautsprecher abgestimmt sind. Auf diese Weise strahlen alle Lautsprecher die tiefen Töne in gleicher Phasenlage ab, so daß keine

- 4 -

Interferenzen oder ähnliche Erscheinungen auftreten.

Durch die Anwendung und Vereinigung dieser technischen Merkmale ist man nicht mehr darauf angewiesen, spezielle sehr große und dadurch auch träge sowie teure Tieftonlautsprecher mit Membranen hohen Gewichts einzusetzen, um im Tieftonbereich eine gute Klangqualität zu erreichen, man kann vielmehr mehrere gleichgebaute, wegen ihrer leichteren Membranen schneller reagierende Lautsprecher einer preiswerten Ausführung einsetzen, um mit diesen allen die tiefen Töne abzustrahlen, während man die mittleren und hohen Tonbereiche nur mit einem Teil der Lautsprecher abstrahlt. Dabei überträgt eine große gleichphasig abstrahlende Lautsprecherfläche die tiefen Töne, während eine kleinere Lautsprecherfläche die mittleren und hohen Frequenzbereiche abstrahlt. Das ergibt bessere Übertragungsergebnisse als sie sich mit für gesonderte Frequenzbereiche in ihrer Bauform ausgelegte Lautsprecherkombinationen erzielen lassen.

Um diese Lautsprecherkombination sehr preiswert herstellen zu können, ist es vorteilhaft, daß mindestens einer der auch Töne des mittleren Frequenzbereiches abstrahlenden Lautsprecher dieser Lautsprecherkombination von gleicher Bauart und Bauform wie der Lautsprecher mit dem vorgeschalteten Tiefpaß ist. Die Verwendung von Lautsprechern der industriellen Massenproduktion ist so möglich und führt neben den genannten technischen Vorteilen auch zu wirtschaftlichen Vorteilen.

Dabei ist es vorteilhaft, daß alle oder zumindest mehrere Lautsprecher dieser Lautsprecherkombination (ohne vorgeschaltete Filter und Pasenschieber) eine gleiche oder zumindest sehr ähnliche Frequenzcharakteristik haben.

Der Grundgedanke der Erfindung ist dabei: Man kann mehrere vornehmlich gleichgebaute Lautsprecher verwenden, alle oder zumindest den überwiegenden Teil der Lautsprecher die tiefen Töne übertragen lassen, wobei die Lautsprecher, die neben den tiefen Frequenzen auch höhere Frequenzen zu übertragen haben, in ihrer Phasenlage so verändert werden, daß die tiefen Frequenzen von allen Lautsprechern, die tiefe Frequenzen abstrahlen, in gleicher Phasenlage abgestrahlt werden. Dabei überträgt eine große Lautsprecherfläche die tiefen Frequenzen, eine kleinere die mittleren und hohen Frequenzen. Das ergibt bessere Übertragungsergebnisse als sie sich mit für gesonderte Frequenzbereiche in ihrer Bauform ausgelegten Lautsprechern erzielen lassen.

Die Basisform der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß zwei gleichgebaute Lautsprecher in der Kombination vorhanden sind und daß dem Lautsprecher ohne vorgeschalteten Tiefpaß ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, der in seiner Phaseneinstellung auf die Phasenlage des Tiefton-Lautsprechers abgestimmt ist.

Hierdurch ist der technische Aufwand gering, die mögliche Verbesserung der Abstrahlungscharakteristiken jedoch frappant. Die Phaseneinstellung läßt sich in einfacher Weise durchführen. Dadurch erreicht man eine

- 6 -

leichte Anpassung an den jeweils zu beschallenden Raum. Trotz des geringen Aufwandes wird die Sprachverständlichkeit und die Musiktauglichkeit wesentlich verbessert. Man erreicht eine weitgehend frequenzunabhängige Bündelung der Schallabstrahlung ohne ausgeprägte Nebenkeulen. Es wird ein sehr homogenes und interferenzarmes Abstrahlverhalten erreicht.

Bei dieser Lautsprecherkombination können der (oder die) an das Tiefpaßfilter angeschlossenen Lautsprecher und der (oder die) an den Phasenschieber angeschlossenen Lautsprecher identisch oder sehr ähnlich in ihrer Bauart und Baugröße sein. Das erbringt nicht nur Preisvorteile beim Einkauf größerer Mengen von Lautsprechern derselben Bauart, sondern auch akustische Vorteile verschiedener Art. Tiefe Töne werden aus mehreren Lautsprechern phasengleich abgestrahlt, hohe Töne nur aus einem einzigen Lautsprecher oder einigen wenigen Lautsprechern gleicher Strahlungscharakteristik.

Diese Lautsprecherkombination wird sehr einfach, wenn der Phasenschieber ein Allpaßfilter mit einem Phasenverschiebungsglied ist.

Bei dieser Lautsprecherkombination ist es durchaus möglich und für größere Anlagen empfehlenswert, daß mehrere Lautsprecher an das Tiefpaßfilter und/oder mehrere Lautsprecher an den Phasenschieber angeschlossen sind.

Für höhere Schallleistungen und verbesserte Tonqualität ist es von Vorteil, wenn ein weiterer Lautsprecher in dieser Kombination vorgesehen ist, dem sowohl ein Tief-

paßfilter, jedoch mit höherer oberer Durchlaßfrequenz, als auch ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, der in seiner Phaseneinstellung auf die Phasenlage des Tief-ton-Lautsprechers abgestimmt ist, und daß mindestens ein Hochtonlautsprecher mit vorgeschaltetem Hochpaßfil-ter zusätzlich in dieser Lautsprecherkombination vorge-sehen ist.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn das Allpaßfilter voll-ständig aus passiven Schaltelementen aufgebaut ist. Das Allpaßfilter kann aber auch aus aktiven und passiven Schaltelementen aufgebaut sein.

Weiter ist es von Vorteil, wenn die beiden identischen oder sehr ähnlichen Lautsprecher, von denen dem einen ein Tiefpaßfilter, dem anderen ein Phasenschieber vor-geschaltet ist, gemeinsam mit einem Hochtonlautsprecher in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Die Lautsprecherkombination kann auch eine Lautspre-cherzeile sein, bei der die Lautsprecher in einem lang-gestreckten Gehäuse untergebracht sind und eine Laut-sprecherzeile bilden.

Bei einer Lautsprecherzeile ist es von Vorteil, wenn die Tieftonlautsprecher an den Enden bzw.an den Außen-seiten der Lautsprecherzeile angeordnet ist.

Das Wesen der Erfindung ist nachstehend anhand von in der Zeichnung schematisch in Blockschaltbildern darge-stellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es

- 8 -

zeigen:

- Fig.1 Die Basisschaltung mit zwei gleichgebauten Lautsprechern, betrieben mit passiven Filtern.
- Fig.2 Die Basisschaltung mit zwei gleichgebauten Lautsprechern, betrieben mit aktiven Filtern.
- Fig.3 Eine Schaltung mit drei gleichen Lautsprechern, betrieben mit passiven Filtern.
- Fig.4 Die Schaltung mit drei gleichen Lautsprechern, betrieben mit aktiven Filtern.
- Fig.5 Die um einen zusätzlichen Hochtöner erweiterte Grundschaltung.
- Fig.6 Die in der Lautsprecheranzahl verdoppelte Basisschaltung.

Die erfindungsgemäße Lautsprecherkombination besteht in ihrer in Fig.1 und 2 gezeigten Basisschaltung aus zwei gleichgebauten, in einem Gehäuse 1 eingebauten Lautsprechern 2,3, von denen dem einen Lautsprecher 3 ein Tiefpaß-Frequenzfilter 4 vorgeschaltet ist. Dem anderen Lautsprecher 2 ist ein Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber vorgeschaltet, der in seiner Phaseneinstellung auf die Phasenlage des für die Abstrahlung tiefer Töne vorgesehenen Lautsprechers 3 abgestimmt ist. Obwohl beide Lautsprecher 2,3 von gleicher Bauart und Bauform sind und nicht speziell oder nur eingeschränkt für die Abstrahlung tiefer Frequenzen gebaut sind und für die Abstrahlung mittlerer Frequenzen gut in ihrer geometrischen Gestaltung geeignet sind, wird bei dieser Kombination unter der Voraussetzung einer geeigneten Phasenanpassung des Allpaßfilters 5 ein besseres Abstrah-

lungsergebnis als bei der Nutzung unterschiedlicher, auf bestimmte Frequenzbereiche angepaßter Lautsprecher erzielt.

In ihrer in Fig.2 gezeigten Ausführungsform sind zu den passiven Bauelementen die Verstärker 6,7 als aktive Bauelemente hinzugekommen.

In Fig.3 ist die Lautsprecherkombination gegenüber der Basisschaltung (Fig.1) um einen weiteren Lautsprecher 8, ebenfalls von gleicher Bauart und Bauform wie die Lautsprecher 2 und 3, erweitert. In dieser Kombination, in der dem Lautsprecher 3 wie in der Basisschaltung der Fig.1 ein Tiefpaßfilter 4 und dem Lautsprecher 2 ein Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber vorgeschaltet ist, ist zusätzlich dem Allpaßfilter 5 ein Tiefpaßfilter 9 vorgeschaltet, das jedoch gegenüber dem Tiefpaßfilter 4 eine höhere obere Durchlaßfrequenz aufweist. Dem zusätzlichen Lautsprecher 8 sind nun zwei zusätzliche Allpaßfilter 10 und 11 mit Phasenschieber vorgeschaltet. Das Allpaßfilter 10 wird in seiner Phasenlage auf das dem Lautsprecher 3 vorgeschaltete Tiefpaßfilter 4 und das Allpaßfilter 11 auf das dem Lautsprecher 2 vorgeschaltete Tiefpaßfilter 9 abgestimmt, während das Allpaßfilter 5 wie in der Basisschaltung auf das Tiefpaßfilter 4 in seiner Phasenlage abgestimmt ist. Bei dieser Kombination ist unter der Voraussetzung einer geeigneten Phasenanpassung der Allpaßfilter 5,10,11 ein besseres Abstrahlungsergebnis als bei der Nutzung unterschiedlicher, auf bestimmte Frequenzbereiche angepaßter Lautsprecher erzielt.

- 10 -

In dieser Lautsprecherkombination kann z.B. das Tiefpaßfilter 4 auf eine obere Durchlaßfrequenz von 250 Hz und das Tiefpaßfilter 9 auf eine obere Durchlaßfrequenz von 500 Hz ausgelegt sein.

Die mit aktiven Bauelementen ausgestattete, in Fig.4 gezeigte Ausführungsform einer Lautsprecherkombination mit drei gleichen Lautsprechern ist etwas anders aufgebaut als die in Fig.3 gezeigte Ausführungsform mit lediglich passiven Bauelementen:

Den drei Lautsprechern 2,3,8 ist jeweils als aktives Element ein Verstärker 6,7,12 vorgeschaltet. Dem Lautsprecher 3 mit Verstärker 7 ist wie in der Basisschaltung lediglich ein Tiefpaßfilter 4 vorgeschaltet, dem Lautsprecher 2 ein Tiefpaßfilter 9 und ein in seiner Phasenlage auf das Tiefpaßfilter 4 abgestimmtes Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber. Über einen Abgriff zwischen dem Allpaßfilter 5 und dem Tiefpaßfilter 9 wird der mit dem Verstärker 6 ausgestattete Lautsprecher 8 versorgt, dem ein Allpaßfilter 11 vorgeschaltet ist. Dieses ist auf das Tiefpaßfilter 9 abgestimmt, während das Allpaßfilter 5 auf das Tiefpaßfilter 4 abgestimmt ist.

In der Ausführungsform der Fig. 5 ist zusätzlich zu den gleichgebaute Lautsprechern 2 und 3 noch ein Hochtonlautsprecher 14 im Gehäuse 1 eingebaut. Diesem ist ein Hochpaßfilter 13 vorgeschaltet, das z.B. Frequenzen höher als 2 KHz durchläßt. Dem Lautsprecher 3 ist ein Tiefpaßfilter 4 mit einer oberen Durchlaßfrequenz von z.B. 500 Hz vorgeschaltet, und diesem ist ein weiteres

Tiefpaßfilter 15 mit einer oberen Durchlaßfrequenz von 2 KHz vorgeschaltet. Der Lautsprecher 2 ist an ein Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber und dieses an einen Abgriff zwischen den beiden Tiefpaßfiltern 4 und 5 geschaltet.

Fig.6 zeigt die Basisschaltung der Fig.1 mit einer verdoppelten Lautsprecheranzahl in einem Gehäuse 1, in dem die die Tiefen abstrahlenden Lautsprecher an den Außenseiten der Lautsprecherzeile angeordnet sind.

Als Filter können auch solche zum Einsatz kommen, die Signale und Tonimpulse verschiedener Frequenzen digital verarbeiten.

- 12 -

Liste der Bezugszeichen

- 1 Gehäuse
- 2 Lautsprecher
- 3 Lautsprecher
- 4 Tiefpaß-Frequenzfilter
- 5 Allpaßfilter mit Phasenschieber
- 6 Verstärker
- 7 Verstärker
- 8 Lautsprecher
- 9 Tiefpaßfrequenzfilter
- 10 Allpaßfilter mit Phasenschieber
- 11 Allpaßfilter mit Phasenschieber
- 12 Verstärker
- 13 Hochpaßfilter
- 14 Hochtontlautsprecher
- 15 Tiefpaßfilter

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

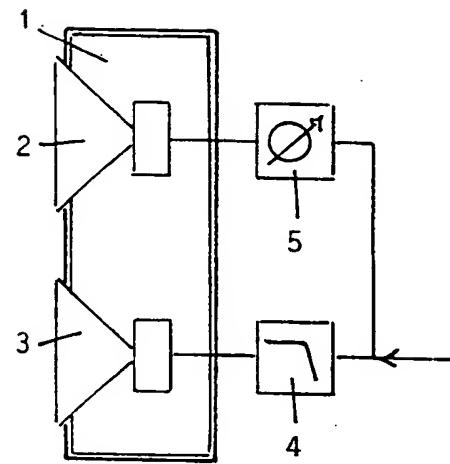
1. Lautsprecherkombination,  
bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern (2,3),  
von denen dem einen (3) ein Tiefpaß-Frequenzfilter  
(4) und dem anderen (2) ein Phasenschieber (5)  
vorgeschaltet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß von den (mindestens) zwei Lautsprechern (2, 3)  
(mindestens) einer (3) lediglich tiefe Töne, (min-  
destens) ein anderer (2) tiefe und zumindest Töne  
mittlerer Frequenz abstrahlt,  
und daß der oder die Phasenschieber (5) vor den  
sowohl tiefe als auch zumindest Töne mittlerer  
Frequenz abstrahlenden Lautsprechern (2) derart  
eingestellt sind,  
daß alle Phasenschieber (5) in ihrer Phasenein-  
stellung auf die Phasenlage des oder der ledig-  
lich tiefere Töne abstrahlenden Lautsprecher (3)  
abgestimmt sind.
2. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens einer der auch Töne des mittleren  
Frequenzbereiches abstrahlenden Lautsprecher (2,8)  
dieser Lautsprecherkombination von gleicher Bauart  
und Bauform wie der Lautsprecher (3) mit dem vor-  
geschalteten Tiefpaß (4) ist.
3. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß alle oder zumindest mehrere Lautsprecher (2,3,

- 8) dieser Lautsprecherkombination (ohne vorgeschaltete Filter und Pasenschieber) eine gleiche oder zumindest sehr ähnliche Frequenzcharakteristik haben.
4. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle oder zumindest mehrere Lautsprecher (2,3, 8) dieser Lautsprecherkombination von gleicher Bauart und Bauform sind.
5. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecherkombination in ihrer Basisform aus zwei Lautsprechern (2,3) besteht, von denen dem einen (3) nur ein Tiefpaß-Frequenzfilter (4) vorgeschaltet ist, so daß er lediglich Töne des Tieftonbereiches abstrahlt, und dem anderen Lautsprecher (2) allein ein Phasenschieber (5) vorgeschaltet ist, so daß er Töne sowohl des mittleren als auch des tiefen Tonbereiches abstrahlt, und daß dieser sowohl Töne des tiefen als auch des mittleren Tonbereiches abstrahlende Lautsprecher (2) in der Phaseneinstellung seines Tieftonbereiches auf die Phasenlage des Tiefton-Lautsprechers (3) abgestimmt ist.
6. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasenschieber (5) ein Allpaßfilter mit einem Phasenverschiebungsglied ist.

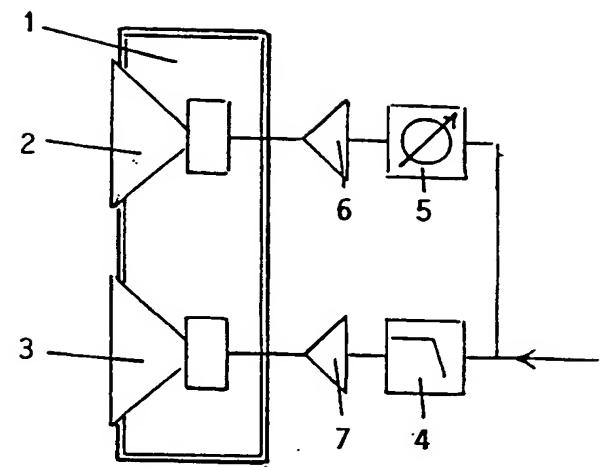
7. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zusätzlich mindestens ein Hochtontlautsprecher  
(14) mit vorgeschaltetem Hochpaßfilter (13) in  
dieser Lautsprecherkombination vorgesehen ist.
8. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in dieser Kombination, in der dem Lautsprecher  
(3) ein Tiefpaßfilter (4) und dem anderen Laut-  
sprecher (2) ein Allpaßfilter (5) mit Phasenschie-  
ber vorgeschaltet ist, ein weiterer, zusätzlicher,  
neben Tönen mittlerer Frequenz ebenfalls Töne des  
Tieftonbereiches abstrahlender Lautsprecher (8)  
mit vorgeschaltetem Allpaßfilter (10) vorgesehen  
ist,  
daß zusätzlich zu dem Lautsprecher (2) vorge-  
schalteten Allpaßfilter (5) ein Tiefpaßfilter (9)  
vorgeschaltet ist, das jedoch gegenüber dem Tief-  
paßfilter (4) eine höhere obere Durchlaßfrequenz  
aufweist,  
und daß dem zusätzlichen Lautsprecher (8) zu dem  
Allpaßfilter (10) ein weiteres Allpaßfilter (11)  
mit Phasenschieber vorgeschaltet ist,  
wobei das Allpaßfilter (10) in seiner Phasenlage  
auf das Lautsprecher (3) vorgeschaltete Tief-  
paßfilter (4) und das andere Allpaßfilter (11) auf  
das Lautsprecher (2) vorgeschaltete Tiefpaß-  
filter (9) abgestimmt ist,  
während das Allpaßfilter (5) wie in der Basis-  
schaltung auf das Tiefpaßfilter (4) in seiner Pha-  
senlage abgestimmt ist.

9. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß den Lautsprechern (2,3,8) dieser Lautsprecher-  
kombination Verstärker (6,7,12) als aktive Schalt-  
elemente vorgeschaltet sind,  
daß dem einen Lautsprecher (3) mit Verstärker (7)  
wie in der Basisschaltung lediglich ein Tiefpaß-  
filter (4) vorgeschaltet ist, dem Lautsprecher (2)  
ein Tiefpaßfilter (9) und ein in seiner Phasenlage  
auf das Tiefpaßfilter (4) abgestimmtes Allpaßfil-  
ter (5) mit Phasenschieber vorgeschaltet ist,  
daß Über einen Abgriff zwischen dem Allpaßfilter  
(5) und dem Tiefpaßfilter (9) der mit dem Verstär-  
ker (6) ausgestattete Lautsprecher (8) versorgt  
wird, dem ein Allpaßfilter (11) vorgeschaltet ist,  
wobei dieses auf das Tiefpaßfilter (9) abgestimmt  
ist,  
während das Allpaßfilter (5) auf das Tiefpaßfilter  
(4) abgestimmt ist.
10. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der Verwendung zweier Lautsprecher beide  
Lautsprecher tiefe Töne abstrahlen,  
daß beide Lautsprecher von gleicher Bauart und  
Bauform sind,  
daß der eine Lautsprecher nur tiefe, der andere  
Lautsprecher tiefe Töne und Töne des mittleren  
(und vorzugsweise auch des hohen) Frequenzberei-  
ches abstrahlt  
und daß bei beiden Lautsprechern die gleiche Pha-

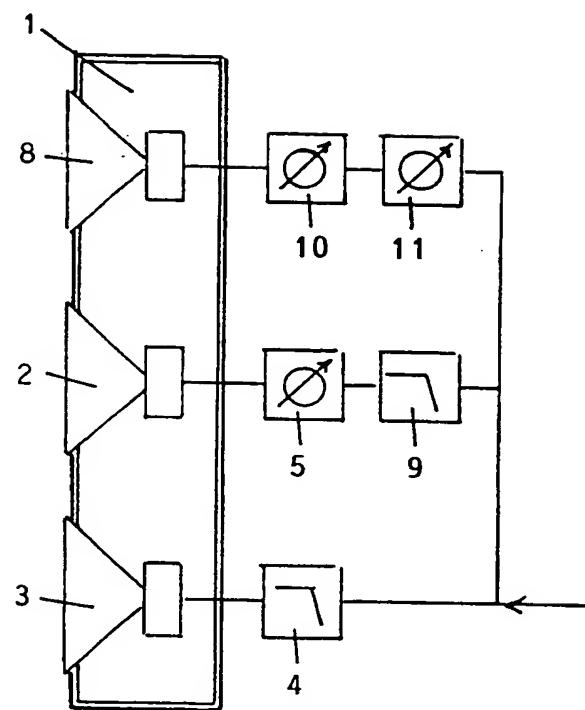
senlage der tiefen Töne eingestellt ist.



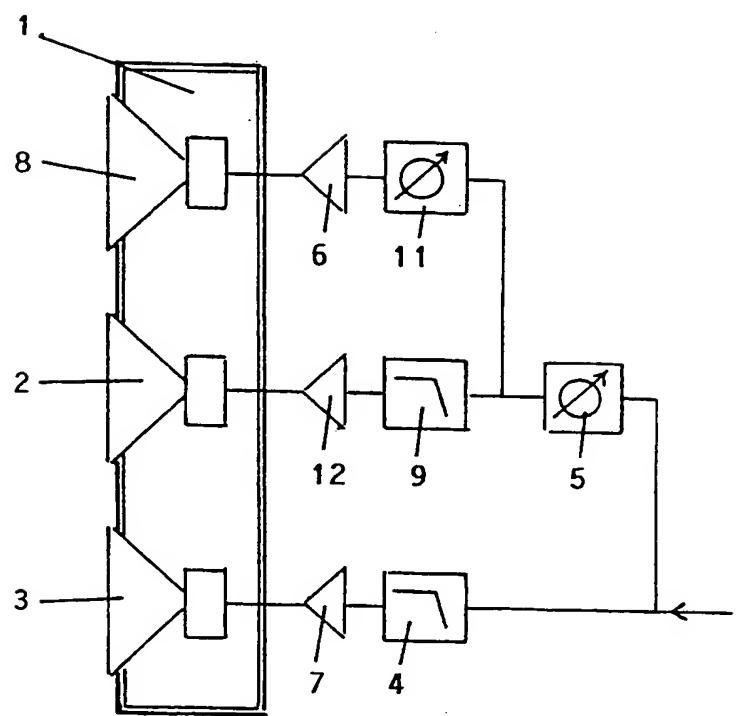
F I G . 1



F I G . 2



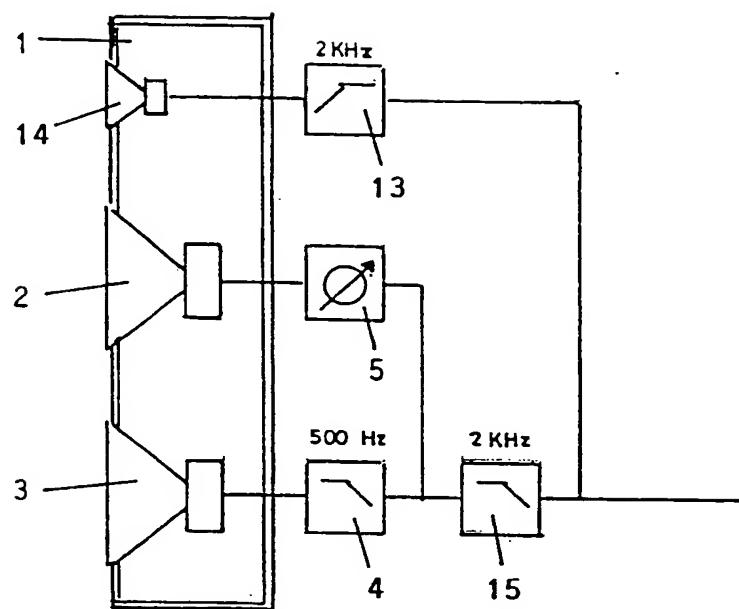
F I G . 3



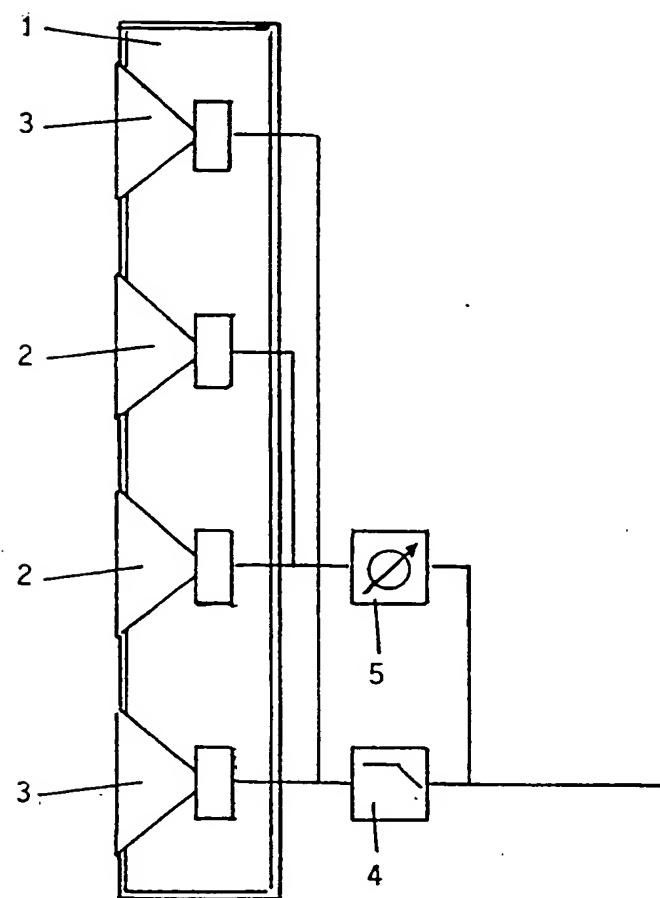
F I G . 4

2/3

ERSATZBLATT (REGEL 26)



F I G . 5



F I G . 6